

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-325895

(43)Date of publication of application : 26.11.1999

(51)Int.Cl.

G01C 11/06

G01B 11/24

G01C 3/06

G03B 37/00

G06T 7/00

G06T 15/00

(21)Application number : 10-152243

(71)Applicant : ASIA AIR SURVEY CO LTD

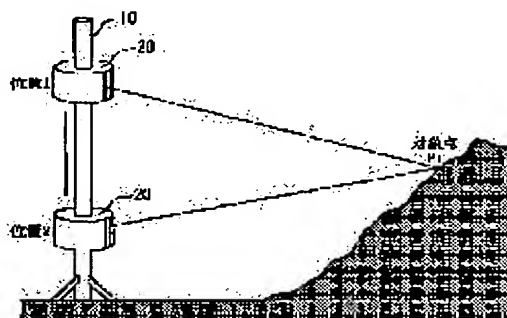
(22)Date of filing : 15.05.1998

(72)Inventor : SHIMAMOTO KOHEI  
MIYATA KENSUKE**(54) METHOD AND APPARATUS FOR STEREO THREE-DIMENSIONAL MEASUREMENT, USING PANORAMA CAMERA**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable acquiring three-dimensional data easily at a high accuracy by a one-dimensional stereo matching of stereo pictures obtd. by the panorama photography from different height positions.

**SOLUTION:** The three-dimensional measurement is made by a panorama photography at positions 1, 2, using a panorama camera moving along a support pole 10 to obtain pictures contg. an object point  $P_i$ . Since the upper and lower pictures are in a parallel projection in the transverse direction, the stereo matching is possible by the one-dimensional search of comparing the vertically extending density profiles along corresponding upper and lower picture parts, etc. By such one-dimensional stereo matching, corresponding points are detected at every portion between upper and lower corresponding line picture parts, and three-dimensional coordinates of each object point  $P_1$  is obtd. based on their coordinates, thereby obtaining three-dimensional data of all panorama photographed objects.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

24.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-325895

(43)公開日 平成11年(1999)11月26日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
G 0 1 C 11/06		G 0 1 C 11/06	
G 0 1 B 11/24		G 0 1 B 11/24	K
G 0 1 C 3/06		G 0 1 C 3/06	V
G 0 3 B 37/00		G 0 3 B 37/00	A
G 0 6 T 7/00		G 0 6 F 15/62	4 1 5
審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 7 頁) 最終頁に続く			

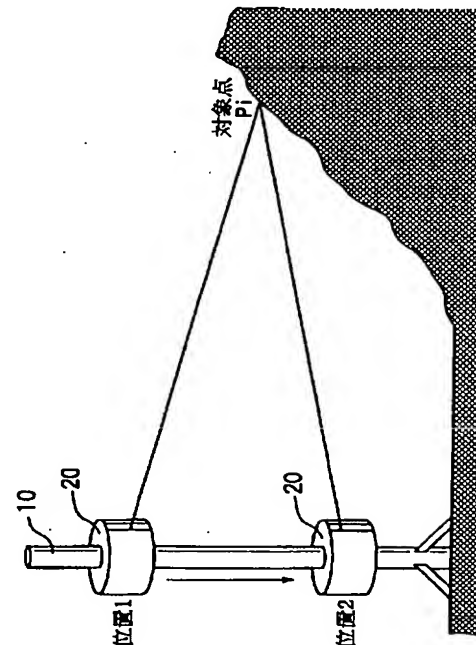
(21)出願番号	特願平10-152243	(71)出願人	591074161 アジア航測株式会社 東京都新宿区新宿4丁目2番18号 新宿光風ビル
(22)出願日	平成10年(1998)5月15日	(72)発明者	嶋本 孝平 神奈川県横浜市旭区笹野台3-52-1-24
		(72)発明者	宮田 憲介 東京都大田区南雪谷2-6-7
		(74)代理人	弁理士 中村 稔 (外6名)

(54)【発明の名称】 パノラマカメラを用いたステレオ3次元計測方法および装置

(57)【要約】

【解決手段】 パノラマカメラにて高さの異なる位置からパノラマ撮影することにより、上下のステレオ画像を取得し、該上下のステレオ画像から1次元でのステレオマッチングにより3次元データを得る。

【効果】 1次元でのステレオマッチングにより3次元計測が可能となるので、より高精度に且つ容易に安価に3次元データを得ることが可能である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 パノラマカメラにて高さの異なる位置からパノラマ撮影することにより、上下のステレオ画像を取得し、該上下のステレオ画像から1次元でのステレオマッチングにより3次元データを得ることを特徴とするステレオ3次元計測方法。

【請求項2】 前記ステレオマッチングは、前記上下のステレオ画像から濃度変化を追尾し対応点を検出することによって行われる請求項1記載のステレオ3次元計測方法。

【請求項3】 高さの異なる位置からパノラマ撮影を行えるように配置したパノラマカメラと、該パノラマカメラによるパノラマ撮影によって得られた上下のステレオ画像から1次元でのステレオマッチングにより3次元データを得るための3次元データ取得手段とを備えることを特徴とするステレオ3次元計測装置。

【請求項4】 前記パノラマカメラは、高さの異なる位置へと移動しうるものとされている請求項3記載のステレオ3次元計測装置。

【請求項5】 前記パノラマカメラは、高さの異なる位置に配置されうる1対のパノラマカメラからなる請求項3記載のステレオ3次元計測装置。

【請求項6】 前記3次元データ取得手段は、前記上下のステレオ画像から濃度変化を追尾し対応点を検出して前記1次元のステレオマッチングを行うためのステレオマッチング手段を含む請求項3または4または5記載のステレオ3次元計測装置。

【請求項7】 前記パノラマカメラは、電子的パノラマカメラである請求項3または4または5または6記載のステレオ3次元計測装置。

【請求項8】 前記パノラマカメラは、光学的パノラマカメラである請求項3または4または5または6記載のステレオ3次元計測装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ステレオ3次元計測方法および装置に関するものであり、特に、パノラマカメラを用いたステレオ3次元計測方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の写真測量手法は、中心投影ステレオ画像を用いて計測するものである。また、動体からの撮像（飛行機、人工衛星）については、航空機MSS、ストリークカメラ、スポットHRV画像等があり、スポットについては、3次元計測可能な解析系が既に利用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の写真測量手法は、中心投影カメラを用いているので、放射状の歪みがかんどうしても含まれているので、2次元探索を行わない限

り、正確な3次元データを得ることはできなかった。したがって、3次元データを得るための画像処理や演算処理が複雑となっており、簡単ではなく、コストもそれだけ掛かっていた。

【0004】また、その他の従来の3次元計測方式も、複雑で簡単且つ容易で安価に高精度な3次元計測を行えるものではなかった。

【0005】本発明の目的は、前述したような従来技術の問題点を解消しうるようなステレオ3次元計測方法および装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の一つの観点によれば、ステレオ3次元計測装置は、パノラマカメラにて高さの異なる位置からパノラマ撮影することにより、上下のステレオ画像を取得し、該上下のステレオ画像から1次元でのステレオマッチングにより3次元データを得ることを特徴とする。

【0007】本発明の一つの実施の形態によれば、前記ステレオマッチングは、前記上下のステレオ画像から濃度変化を追尾し対応点を検出することによって行われる。

【0008】本発明の別の観点によれば、ステレオ3次元計測装置は、高さの異なる位置からパノラマ撮影を行えるように配置したパノラマカメラと、該パノラマカメラによるパノラマ撮影によって得られた上下のステレオ画像から1次元でのステレオマッチングにより3次元データを得るための3次元データ取得手段とを備えることを特徴とする。

【0009】本発明の一つの実施の形態によれば、前記パノラマカメラは、高さの異なる位置へと移動しうるものとされている。

【0010】本発明の別の実施の形態によれば、前記パノラマカメラは、高さの異なる位置に配置されうる1対のパノラマカメラからなる。

【0011】本発明のさらに別の実施の形態によれば、前記3次元データ取得手段は、前記上下のステレオ画像から濃度変化を追尾し対応点を検出して前記1次元のステレオマッチングを行うためのステレオマッチング手段を含む。

【0012】本発明のさらに別の実施の形態によれば、前記パノラマカメラは、電子的パノラマカメラである。

【0013】本発明のさらに別の実施の形態によれば、前記パノラマカメラは、光学的パノラマカメラである。

【0014】

【発明の実施の形態】次に、添付図面に基づいて、本発明の実施の形態について、本発明をより詳細に説明する。

【0015】添付図面の図1は、本発明によるステレオ3次元計測方法を実施するためのパノラマカメラによるパノラマ撮影の概要を示すための模式図であり、図2

は、そのパノラマカメラの概略構成例を示す模式図である。本発明のステレオ3次元計測方法の一実施例によれば、図1に略示されるように、まず、支持ボール10にそって上下に移動しうる構成とされたパノラマカメラ20を位置1に固定させて、高い位置からパノラマ撮影を行い、対象点P<sub>i</sub>を含む上側画像を得る。次に、支持ボール10にそってパノラマカメラ20を位置2へと移動させて固定させて、低い位置からパノラマ撮影を行い、対象点P<sub>i</sub>を含む下側画像を得る。パノラマカメラ20は、このように1台でもって、位置1と位置2との間で移動しうるようなものとしてもよいが、本発明は、これに限らず、位置1と位置2とにそれぞれ固定された1対のパノラマカメラを用いるようにしてもよい。

【0016】ここで、図2を参照して、パノラマカメラ20の原理について説明する。図2に略示されるように、このパノラマカメラ20は、回転軸21を中心にして同期して回転させられるスリット22およびレンズ23と、回転軸21と同中心に配設された投影面24とを主として備える。電子的パノラマカメラの場合には、投影面24に、CCDアレイが配置されており、光学のパノラマカメラの場合には、投影面24には、光学写真フィルムが配置される。

【0017】レンズ23とスリット22が回転軸21を中心に回転することにより、それぞれの方向の対象物が投影面24に投影されていき、投影面24に配置されたCCDアレイまたは光学写真フィルム上にパノラマ投影画像が形成される。したがって、それぞれの方向で投影された画像は、異なる投影中心25を持つことになる。図3は、この投影面24と、得られたパノラマ画像との関係を模式的に示している。

【0018】図4は、本発明による座標計測概念図であり、以下、図4を参照して、本発明による座標計測の原理について説明する。図4の座標計測概念図において、例えば、上画像は、図1において位置1に固定されたパノラマカメラ20にてパノラマ撮影した画像に相当し、下画像は、図1において位置2に固定されたパノラマカメラ20にてパノラマ撮影した画像に相当する。図4において、上下画像は、XY平面に平行であり、左端のラインは、XZ平面上、Z=cの直線と一致する。また、上画像の投影中心のモデル座標（但し、Z<sub>11</sub>=0）は、O<sub>11</sub>(X<sub>11</sub>, Y<sub>11</sub>, Z<sub>11</sub>)で表され、下画像の投影中心のモデル座標（但し、Z<sub>21</sub>=0）は、O<sub>21</sub>(X<sub>21</sub>, Y<sub>21</sub>, Z<sub>21</sub>)で表され、対象P<sub>i</sub>の上画像の投影点の写真座標は、P<sub>11</sub>(ξ<sub>11</sub>, η<sub>11</sub>)で表され、対象P<sub>i</sub>の下画像の投影点の写真座標は、P<sub>21</sub>(ξ<sub>21</sub>, η<sub>21</sub>)で表され、対象P<sub>i</sub>のモデル座標は、P<sub>i</sub>(X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub>, Z<sub>i</sub>)で表される。また、P<sub>11</sub>、P<sub>21</sub>のモデル座標は、次のように表される。

$$P_{11} = (X_{11} + \eta_{11}, Y_{11}, c)$$

$$P_{21} = (X_{21} + \eta_{21}, Y_{21}, c)$$

（但し、Y<sub>11</sub>=Y<sub>21</sub>）

【0019】ここで、O<sub>11</sub>、O<sub>21</sub>、P<sub>11</sub>、P<sub>21</sub>、P<sub>i</sub>は、すべてY=Y<sub>11</sub>=Y<sub>21</sub>の平面上に存在するから、Y<sub>i</sub>=Y<sub>11</sub>である。したがって、Y=Y<sub>11</sub>上において直線O<sub>11</sub>-P<sub>11</sub>、直線O<sub>21</sub>-P<sub>21</sub>の交点からP<sub>i</sub>は、次のようになる。

$$P_i : X_i = (\eta_{11} X_{21} - \eta_{21} X_{11}) / (\eta_{11} - \eta_{21})$$

$$Y_i = Y_{11} = Y_{21}$$

$$Z_i = c (X_{21} - X_{11}) / (\eta_{11} - \eta_{21})$$

【0020】対象点P<sub>i</sub>のモデル座標は、前述したような写真座標系における上画像および下画像の対応点の座標に基づいて算出されうるが、その対応点を検出するために、上画像および下画像のステレオマッチングを行う必要がある。以下、本発明におけるステレオマッチングの実施例について、特に、図5から図7を参照して説明する。

【0021】図5は、パノラマ展開画像の模式図である。前述したように、本発明においてパノラマ撮影によって得られる上側画像および下側画像は、図5における横方向に関して平行投影となっている。したがって、上側画像と下側画像において、縦方向にのびる同一ライン上の画像は、同じ対象を撮像している画像である。すなわち、上側画像における部分画像30Aと、下側画像における部分画像30Bは、同じ対象を撮像した画像である。したがって、本発明において上下のステレオ画像から3次元データを得るためには、これらの部分画像30A、30Bの間で対応点を検出すればよいことがわかる。すなわち、2次元探索の必要はなく、1次元探索を行えばよいのである。

【0022】次に、図6を参照して、このような1次元でのステレオマッチングの実施例について説明する。図6は、ライン画像部分30Aおよび30Bの如き、上下に延びる対応する上下のライン画像部分にその濃度変化を追尾することによって、ステレオマッチングを行う方法を説明する図である。図6の左側のグラフは、下側画像のライン画像部分にその濃度変化を例示しており、図6の右側のグラフは、上側画像の対応するライン画像部分にその濃度変化を例示している。このような下側画像濃度プロファイルと上側画像濃度プロファイルとの比較から、例えば、○印を付した点が互に対応する点、すなわち、同じ対象点を表す画像点であり、×印を付した点が互に対応する点、すなわち、同じ対象点を表す画像点であることを検出することができる。

【0023】このような上画像と下画像における対応点を探索する具体的な手法は、種々考えられるが、次に、図7を参照して、そのうちの2つの例について簡単に説明しておく。まず、SSDA法による方法について説明するに、下画像において探索窓(1×nピクセル)を動かし、

50 【数1】

$$R = \sum_{i=1}^n \{a_i - b_i\} \quad (a_i, b_i \text{は上画像、下画像の探索窓内の濃度値})$$

上式Rを最小とするB点を検出する。このB点を上画像A点の下画像における対応点とする。

【0024】次に、相互相関係数による方法について説\*

\*明するに、下画像において探索窓(1×nピクセル)を動かし、

【数2】

$$C = \sum_{i=1}^n \frac{(a_i - \bar{a})(b_i - \bar{b})}{\sqrt{a_\sigma b_\sigma}}$$

$$\text{但し、} \bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i, \quad \bar{b} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_i$$

$$a_\sigma = \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2, \quad b_\sigma = \sum_{i=1}^n (b_i - \bar{b})^2$$

( $a_i, b_i$ は上画像、下画像の探索窓内の濃度値)

上式Cを最大とするB点を検出する。このB点を上画像A点の下画像における対応点とする。

【0025】このような1次元でのステレオマッチングによって、上下の対応するライン画像部分の間毎に各対応点を検出していき、各対応点の座標に基づいて、各対象点の3次元座標を前述の計算式により求めていくことにより、パノラマ撮影した対象全体の3次元データを得ることができる。

【0026】このような本発明のステレオ3次元計測方法を実施するための装置を構成するのに必要な機器構成としては、例えば、次のようなものがある。まず、ステレオ画像データ取得装置として、CCDアレイ(2048から4096)×2ユニット、光学系装置(レンズ、集光部)×2ユニット、制御系装置(フィルムドライブ、マウント回転)×2ユニット、データ転送装置(インターフェイスおよびドライブソフト)×2ユニット、解析装置(ノートブックパソコン)×1ユニット、表示装置(コンター、鳥瞰図等)×1ユニット等がある。次に、ソフト構成として、カメラ制御系ソフト(起動、回転速度、露光調整、データ転送、主点移動等)、データ転送ソフト(画像データ転送、画像圧縮)、3D解析ソフト(標定パラメータファイル管理、1次元探索ソフト、3D計測ソフト、計測用データ管理)等がある。

【0027】

【発明の効果】中心投影カメラのような放射状の歪みが

無いため、2次元探索を行わなくとも1次元でのステレオマッチングにより3次元計測が可能となるので、より高精度に且つ容易に安価に3次元データを得ることが可能である。

30 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるステレオ3次元計測方法を実施するためのパノラマカメラによるパノラマ撮影の概要を示すための模式図である。

【図2】本発明において使用するパノラマカメラの概略構成例を示す模式図である。

【図3】図2のパノラマカメラの投影面と、得られたパノラマ画像との関係を模式的に示す図である。

【図4】本発明による座標計測概念図である。

【図5】パノラマ展開画像の模式図である。

40 【図6】本発明における1次元でのステレオマッチングを行う方法を説明する図である。

【図7】上画像と下画像とにおける対応点を探索する方法を説明するための図である。

【符号の説明】

10 支柱ボール

20 パノラマカメラ

21 回転軸

22 スリット

23 レンズ

50 24 投影面

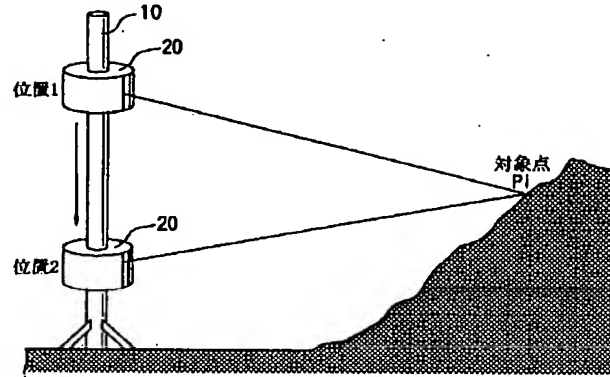
25 投影中心

30A 上側ライン画像部分

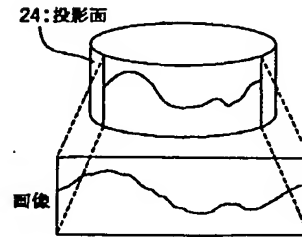
\* 30B 下側ライン画像部分

\*

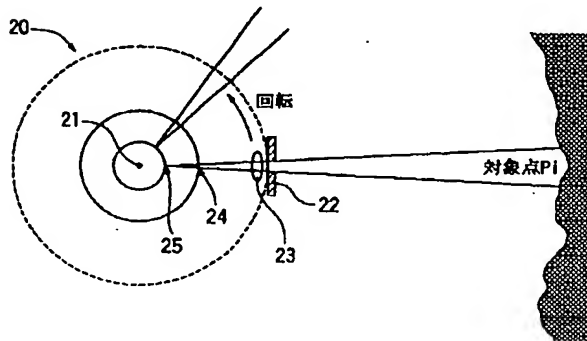
【図1】



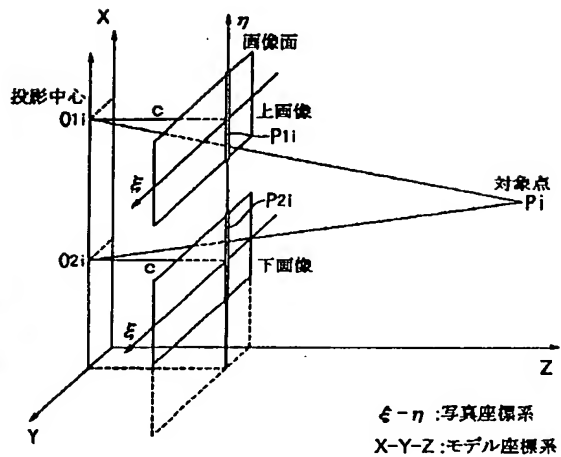
【図3】



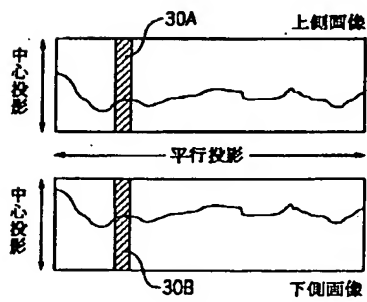
【図2】



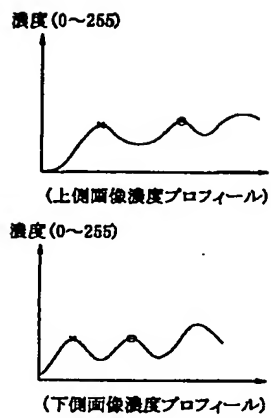
【図4】



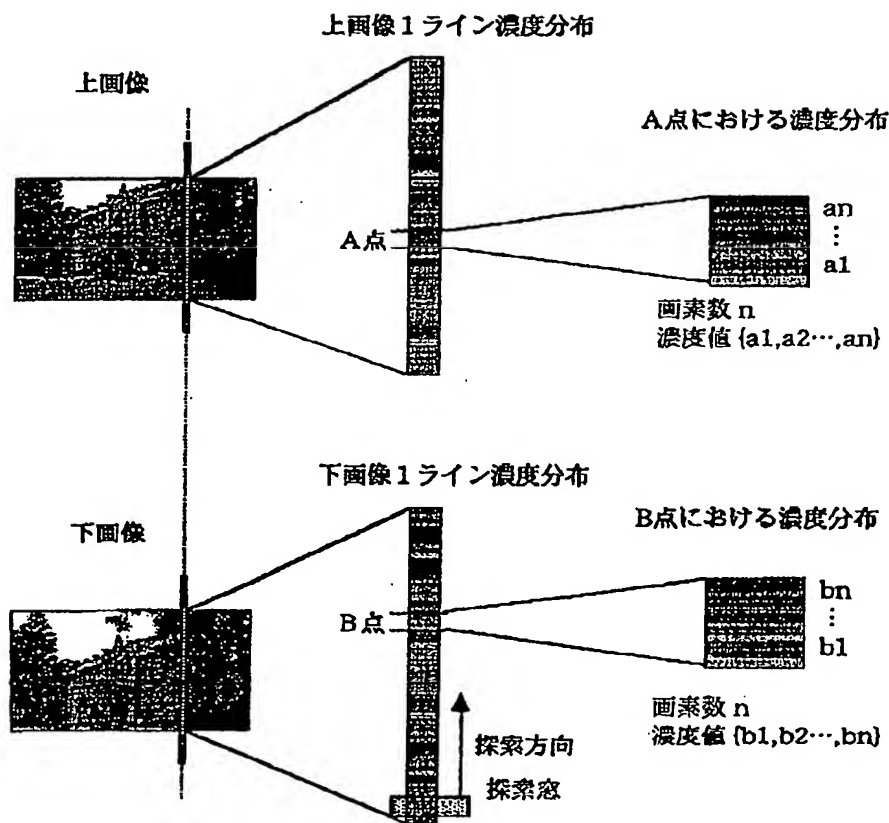
【図5】



【図6】



【図7】





(7)

特開平11-325895

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G06T 15/00

識別記号

F I  
G06F 15/72

450A